



WO 9607210A1

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01M 8/06, C01B 3/00		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/07210
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 7. März 1996 (07.03.96)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/03399 (22) Internationales Anmeldedatum: 29. August 1995 (29.08.95) (30) Prioritätsdaten: P 44 30 750.0 30. August 1994 (30.08.94) DE 95101521.3 4. Februar 1995 (04.02.95) EP (34) Länder für die die regionale oder internationale Anmeldung eingereicht worden ist: AT usw. (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BINS- MAIER, Hannelore [DE/DE]; Grottenweg 4, D-85253 Erdweg-Großberghofen (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JOHNSSEN, Wolf [DE/DE]; Maria-Theresia-Strasse 22, D-81675 München (DE). (74) Anwälte: ANDREJEWSKI, Walter usw.; Postfach 10 02 54, D-45002 Essen (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AU, BG, BR, CA, CN, FI, HU, JP, KR, MX, NO, NZ, PL, RU, SD, UA, US. Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.	
(54) Title: METHOD OF GENERATING ELECTRICAL ENERGY FROM REGENERATIVE BIOMASS (54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON ELEKTRISCHER ENERGIE AUS REGENERATIVER BIOMASSE (57) Abstract <p>The invention concerns a method of generating electrical energy from biomass which is produced in a biomass-production module. The biomass is gassified in a reformer module to form a hydrogenous crude gas from which a purified fuel gas with a high hydrogen content is formed in a crude gas processing module, electrical energy being generated from the purified fuel gas in a converter module. In this case, biomass with low sulphur and chlorine contents is produced by suitable fertilizing of plants. The reformer module operates with at least one allothermic reformer, the dwell time of the biomass and/or crude gas in the reformer and the pressure and temperature therein being set so that alkali compounds can be removed from the reformer with any ash produced. Tar is gassified in the reformer to form carbon monoxides and hydrogen. A purified fuel gas containing fewer than 1 % carbon monoxides is produced in the crude gas processing module. The purified fuel gas is converted into electric current by at least one PEM fuel cell, the operating temperature of the fuel cell, the water content of the purified fuel gas and the pressure of the purified fuel gas being adapted to one another so as to produce an optimum flow density.</p> (57) Zusammenfassung <p>Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von elektrischer Energie aus Biomasse, wobei in einem Biomasse-Erzeugungsmodul Biomasse erzeugt wird, wobei in einem Reformersmodul die Biomasse zu einem wasserstoffhaltigen Rohgas vergast wird, wobei in einem Rohgasaufbereitungsmodul aus dem Rohgas ein Brennstoffreingas mit hohem Wasserstoffanteil gebildet wird und wobei in einem Verstromungsmodul aus dem Brennstoffreingas elektrische Energie erzeugt wird. Im einzelnen wird durch geeignete Düngung der Pflanzen schwefelarme und chlorarme Biomasse erzeugt. Das Reformersmodul arbeitet mit zumindest einem allothermen Reformer, wobei die Verweilzeit der Biomasse und/oder des Rohgases im Reformer sowie Druck und Temperatur im Reformer so eingestellt werden, daß Alkaliverbindungen mit entstehender Asche aus dem Reformer abführbar sind, und wobei Teer in dem Reformer zu Kohlenoxiden und Wasserstoff vergast wird. In dem Rohgasaufbereitungsmodul wird ein Brennstoffreingas mit einem Gehalt an Kohlenoxiden von weniger als 1 % gebildet. Das Brennstoffreingas wird mittels zumindest einer PEM-Brennstoffzelle verstromt, wobei die Betriebstemperatur der Brennstoffzelle, der Wassergehalt des Brennstoffreingases und der Druck des Brennstoffreingases mit der Maßgabe einer optimalen Stromdichte aufeinander abgestimmt werden.</p>			

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Verfahren zur Erzeugung von elektrischer Energie aus regenerativer Biomasse

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie ein System zur Erzeugung von elektrischer Energie aus regenerativer, aus Pflanzen erzeugter Biomasse, wobei in einem Reformers ein wasserstoffhaltiges Rohgas erzeugt wird, wobei in einer
5 Rohgasaufbereitungs Vorrichtung aus dem Rohgas ein Brennstoffreingas mit hohem Wasserstoffanteil gebildet wird und wobei in einem Verstromungsmodul mit PEM-Brennstoffzellen aus dem Brennstoffreingas elektrische Energie erzeugt wird. - Die Biomasse kann aus
10 eigens zum Zwecke der Energieerzeugung angebauten Pflanzen erzeugt werden. Die Biomasse kann aber auch mit pflanzlichen Abfallstoffen gebildet werden. Die Bezeichnung "PEM" steht für "proton exchange membrane" und/oder für "polymer-electrolyte membrane", welches beides
15 Synonyme sind. PEM-Brennstoffzellen weisen vom grundsätzlichen Aufbau her eine polymere Membran mit permeablen katalytischen Elektroden auf beiden Seiten der Membran auf. Dadurch ist auf einer Seite der Membran die Kathode und auf der anderen Seite der Membran die Anode
20 gebildet. Der Kathode und der Anode sind ein Kathodenraum und ein Anodenraum zugeordnet. Dem Anodenraum wird ein wasserstoffhaltiges Brennstoffgas zugeführt, wobei der Wasserstoff an der Anode zu Protonen oxidiert wird. Die Protonen haben in der Polymermembran eine hohe Beweglich-

keit und wandern zur Kathode, wo z. B. dem Kathodenraum
zugeführter Luftsauerstoff zu Wasser reduziert wird. Da
die Polymermembran elektrisch isolierend ist, läßt sich
aufgrund dieser chemischen Prozesse ein Gleichstrom von
5 den Elektroden abnehmen, welcher gegebenenfalls in eine
übliche Netz-Wechselspannung umgewandelt werden kann.
Nähere Einzelheiten zu PEM-Brennstoffzellen sind bei-
spielsweise dem US-Buch "Fuel Cells, a Handbook", K.
Chinoshita, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley,
10 Carllifornia, USA, 1988, Kapitel 6.2, entnehmbar.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten
Art sind aus der Literaturstelle "Department of Energy
(DOE), November 1992, DE 93000009" bekannt. Bei dem inso-
15 fern bekannten Verfahren wird zunächst aus der Biomasse
Methanol hergestellt. Das Methanol wird dann in einem
Reformer zu einem wasserstoffhaltigen Rohgas umgewandelt.
In einer Rohgasaufbereitungsvorrichtung wird bei der
Umwandlung gebildetes Kohlenmonoxid aus dem Rohgas
20 entfernt, wobei keine weitere Nutzung des Kohlenmonoxids
erfolgt. Das erhaltene insofern weitgehend kohlen-
monoxidfreie Brennstoffreingas wird schließlich in den
PEM-Brennstoffzellen verstromt. Nachteilig bei diesem
bekannten Verfahren ist, daß aus der Biomasse zunächst
25 auf aufwendige Weise Methanol gebildet werden muß, daß
das Kohlenmonoxid trotz seines Brennwertes verloren wird
und insbesondere, daß kein modularer Aufbau mit einer
Abstimmung und Einstellung der Betriebsparameter unter-
schiedlicher Module aufeinander eingerichtet ist.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde ein Verfahren, welches den Energiegehalt der Biomasse besser ausnutzt und zuverlässig mit hoher Standzeit arbeitet, sowie ein System zur Durchführung dieses Verfahrens
5 anzugeben.

Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung ein Verfahren zur Erzeugung von elektrischer Energie aus regenerativer, aus Pflanzen erzeugter Biomasse, insbesondere aus Biomasse perennierender C_4 -Pflanzen, wobei in
10 einem Biomasse-Erzeugungsmodul Biomasse erzeugt wird, wobei in einem Reformermodule die Biomasse zu einem wasserstoffhaltigen Rohgas vergast wird, wobei in einem Rohgasaufbereitungsmodul aus dem Rohgas ein Brennstoff-
15 reingas mit hohem Wasserstoffanteil gebildet wird und wobei in einem Verstromungsmodul aus dem Brennstoffreingas elektrische Energie erzeugt wird, mit der folgenden Merkmalskombination:

- 20 a) mit dem Biomasse-Erzeugungsmodul wird durch geeignete Düngung der Pflanzen schwefelarme und chlorarme Biomasse erzeugt,
- b) das Reformermodule arbeitet mit zumindest einem
25 allothermen Reformer, wobei dem Reformer Wasserdampf als Vergasungsmittel zugeführt wird, wobei die Verweilzeit der Biomasse und/oder des Rohgases im Reformer sowie Druck und Temperatur im Reformer so eingestellt werden, daß biomassebürtige Alkali-

verbindungen mit entstehender Asche aus dem Reformer abführbar sind und wobei sich als Zwischenprodukt bildender Teer in dem Reformer im wesentlichen zu Kohlenoxiden und Wasserstoff vergast wird,

5

c) in dem Rohgasaufbereitungsmodul wird ein Brennstoffreingas mit einem Gehalt an Kohlenoxiden von weniger als 1 % gebildet,

10 d) das Brennstoffreingas wird in dem Verstromungsmodul mittels zumindest einer PEM-Brennstoffzelle verstromt, wobei die Betriebstemperatur der PEM-Brennstoffzelle, der Wassergehalt des Brennstoffreingases und der Druck des Brennstoffreingases mit der Maßgabe einer hohen
15 Leistungsdichte aufeinander abgestimmt werden.

C₄-Pflanzen sind Pflanzen, welche während der photosynthetischen Umwandlung von Kohlendioxid vier Kohlenstoffatome binden. Perennierende Pflanzen sind Pflanzen,
20 welche ein ausgeprägtes Wurzelwerk bilden und mehrjährig wachsen. Perennierende C₄-Pflanzen zeichnen sich dadurch aus, daß die Umwandlung von Kohlendioxid in Biomasse besonders effektiv erfolgt, daß der spezifische Ertrag besonders hoch ist und insbesondere daß weniger Düngung
25 erforderlich ist. Letzterem kommt im Rahmen der Erfindung besondere Bedeutung zu, da sich aufgrund der geringen Düngemittelmengen störende Schwefel-, Chlor- und Alkaliverbindungen in der Biomasse erheblich reduzieren lassen. Ein Biomasse-Erzeugungsmodul ist eine landwirtschaftliche

Anbaufläche, auf welcher die Biomasse unter Beachtung des Merkmals a) kultiviert wird. Vorteilhafterweise weist das Biomasse-Erzeugungsmodul eine Pelletierungseinrichtung auf. Als allotherm wird ein Reformer bezeichnet, welchem
5 die für die Vergasungsreaktionen erforderliche Prozeßwärme von außen zugeführt wird. Die Verweilzeit der Biomasse und/oder des Rohgases im Reformer läßt sich unschwer einstellen durch Auswahl und Abstimmung der Anströmgeschwindigkeit des Wasserdampfes, des Betriebs-
10 druckes, der Temperaturzonenverteilung sowie der Biomasse-Partikelgröße. Die optimale Abstimmung der Parameter gemäß Merkmal d) ist ebenfalls unschwer durch Versuche zu ermitteln. Eine höhere Betriebstemperatur der Brennstoffzelle erfordert einen höheren Wassergehalt im
15 Brennstoffeingas um die Polymermembran ausreichend feucht zu halten. Hierdurch wiederum wird der Brennwert des Brennstoffeingases reduziert. Ein reduzierter Brennwert des Brennstoffeingases läßt sich durch eine Erhöhung des Drucks des Brennstoffeingases kompensieren.
20 Die parametermäßige Abstimmung gemäß Merkmal d) kann aber auch unter Berücksichtigung des Kohlenmonoxidgehaltes des Brennstoffeingases erfolgen, sofern in den Grenzen des Merkmals c) nennenswerte Mengen an Kohlenmonoxid überhaupt entstehen. Die Leistungsdichte ist um so höher, je
25 geringer der Kohlenmonoxidgehalt des Brennstoffeingases ist. Höhere Kohlenmonoxidgehalte lassen sich durch eine höhere Betriebstemperatur der Brennstoffzelle ausgleichen. Die Betriebstemperatur der Brennstoffzelle muß

jedenfalls stets unter der Glastemperatur der Polymermembran bleiben.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens
5 werden die Pflanzen ammoniumsulfatfrei und kalium-
chloridfrei gedüngt. Hierdurch ist der Gehalt an Schwefel
und Chlor in der Biomasse sehr gering. Auch der
Kaliumgehalt ist reduzierbar, wenn auch nur in geringerem
Umfang.

10

Im einzelnen ist der Reformier als Wirbelbettreaktor
ausgebildet und wird bei einer Temperatur von 650 bis
900° C, vorzugsweise etwa 750° C, und einem Druck von 1,5
bis 5 bar, vorzugsweise etwa 3 bar, betrieben. Die
15 Verweilzeit der Biomasse im Reformier wird so eingestellt,
daß der Teergehalt des Rohgases unter 0,1 % liegt. Unter
diesen Betriebsbedingungen ist das Rohgas praktisch frei
von störendem Teer sowie von Alkaliverbindungen. Bei
optimaler Betriebsweise des Reformiers läßt sich der
20 Teergehalt sogar auf unter 0,5 ppm reduzieren. Von
besonderer Bedeutung hierfür ist, daß der bei der
Biomassevergasung gebildete Teer sich hinsichtlich der
quantitativen und qualitativen Zusammensetzung von bei
der Kohlevergasung gebildeten Teer unterscheidet. Teer
25 aus der Biomassevergasung läßt sich im Reformier offenbar
leichter zerlegen bzw. vergasen. Zudem findet in dem
Reformier und/oder in Leitungen des Reformiermoduls keine
Verschlackung oder Anbackung von Material aufgrund von
Alkaliverbindungen statt. Sofern dennoch in geringstem

Maße alkalihaltiger Feinstaub von dem Rohgas mitgeschleppt wird, kann dieser Feinstaub mittels einer Filtereinrichtung, z. B. eines Zyklonfilters, aus dem Rohgas abgeschieden werden.

5

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird in dem Reformer ein Rohgas mit etwa gleichen Volumenanteilen Wasserstoff und Kohlenmonoxid erzeugt durch Einstellung des Massenverhältnisses Dampf/Biomasse auf weniger als 0,3. Es kann aber auch mit einer Einstellung des Massenverhältnisses Dampf/Biomasse auf mehr als 1,3 gearbeitet werden. Dann beträgt das Wasserstoff/Kohlenmonoxid-Volumenverhältnis mehr als 3. Die Bildung des Brennstoffreingases erfolgt in beiden Fällen in dem Rohgasaufbereitungsmodul durch wechselweise Reduktion eines oxidierten Metallschwamms mittels des Rohgases und anschließender Oxidation des reduzierten Metallschwamms mittels Wasserdampf. Als Metallschwamm wird vorteilhafterweise Eisenschwamm verwendet. Ebenso kann jedoch mit anderen unedelen Metallen, beispielsweise Zink oder Mangan, gearbeitet werden. Bei der Reduktion des oxidierten Metallschwamms erfolgt die Reduktion durch Oxidation von Wasserstoff zu Wasser sowie von Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid. Bei der Oxidation des reduzierten Metallschwamms mit Wasserdampf entsteht Wasserstoff. Im Ergebnis entsteht in diesem Ausführungsbeispiel ein Brennstoffreingase welches aus Wasserstoff und Wasserdampf besteht und ansonsten praktisch frei von anderen Bestandteilen ist. Der

10
15
20
25

Wasserdampf stört im Brennstoffreingas grundsätzlich nicht, da beim Betrieb einer PEM-Brennstoffzelle ohnehin Wasser zur Aufrechterhaltung der Feuchtigkeit der Polymermembran zugeführt werden muß. Es versteht sich, daß der Wassergehalt des Brennstoffreingases gegebenenfalls durch Teilkondensation optimiert werden kann.

In einer anderen Ausführungsform wird in dem Reformer ein Rohgas mit einem Wasserstoff/Kohlenmonoxid-Volumenverhältnis von mehr als 3 erzeugt durch Einstellung des Massenverhältnisses Dampf/Biomasse auf mehr als 1,3, wobei die Bildung des Brennstoffreingases in dem Rohgasaufbereitungsmodul durch Anreicherung des Wasserstoffs auf zumindest 99 Vol.-% im Brennstoffreingas mittels der PSA-Methode mit zumindest 2 Adsorptionsreaktoren durchgeführt wird und wobei das Brennstoffreingas mit der zum dauerhaften Betrieb der PEM-Brennstoffzelle erforderlichen Menge an Wasserdampf versetzt wird. Die Bezeichnung "PSA" steht für "pressure swing adsorption." Bei der PSA-Methode wird ein erster Adsorptionsreaktor unter hohem Druck von dem Rohgas durchströmt. Dabei wird der Wasserstoff des Rohgases aufgrund seiner chemisch-physikalischen Eigenschaften erheblich schlechter adsorbiert als die weiteren, meist polaren Rohgasbestandteile. Im Ergebnis entströmt dem ersten Adsorptionsreaktor ein Brennstoffreingas mit dem angegebenen Wasserstoffanteil. Ein zweiter, zuvor in der soeben geschilderten Weise betriebener Adsorptionsreaktor

wird in Gegenstromrichtung entspannt, wobei die unerwünschten adsorbierten Bestandteile des Rohgases ausströmen. Gegebenenfalls kann anschließend der zweite Adsorptionsreaktor gespült werden, beispielsweise mit Brennstoffreingas. Die Adsorptionsreaktoren sind vorzugsweise als Molekularsiebreaktoren ausgeführt. Da das Brennstoffreingas praktisch keine Bestandteile neben dem Wasserstoff enthält, ist es erforderlich Wasserdampf zuzusetzen um ein Austrocknen der Polymermembranen der PEM-Brennstoffzellen zu verhindern. Wird der Reformer gemäß diesem Ausführungsbeispiel betrieben, so ist bei 750° C und 3 bar ein Rohgas erzeugbar mit etwa 0,29 % Methan, etwa 18 % Kohlenmonoxid, etwa 20 % Kohlendioxid und etwa 62 % Wasserstoff. Selbst wenn sich im Reformer die Reaktionsgleichgewichte nicht einstellen, beträgt der Methangehalt in der Regel weniger als 7 % (Gasanteile verstehen sich stets als Vol.-%). Von besonderer Bedeutung ist hierbei der geringe Methananteil, wodurch eine gute Energieausbeute erzielt wird und wodurch auf eine aufwendige Methanabscheidung verzichtet werden kann. Sofern überhaupt noch erforderlich kann eine Methanabscheidevorrichtung einfacher Art und mit geringer Dimensionierung eingerichtet sein. Auch die Ausführungsform gemäß Patentanspruch 6 zeichnet sich durch einen besonders geringen Methananteil in dem Rohgas aus. Dieser beträgt nicht mehr als 7 Vol.-%, meist jedoch erheblich weniger.

Alle Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnen sich dadurch aus, daß aufgrund des modularen Aufbaus sowie der Verbindung der Module zu einem System eine Steuerung bzw. Regelung der
5 parametermäßigen Betriebsbedingungen der einzelnen Module so abgestimmt werden können, daß das System insgesamt optimal betrieben wird. Im einzelnen ist es ohne weiteres möglich Steuer- und Regelkreise zwischen dem Reformermodule und dem Rohgasaufbereitungsmodul einerseits
10 und dem Rohgasaufbereitungsmodul und dem Verstromungsmodul andererseits einzurichten. Dadurch ist die Stromerzeugung in dem Verstromungsmodul regeltechnisch weitgehend von der Rohgaserzeugung im Reformermodule entkoppelt. Im Ausführungsbeispiel gemäß
15 Patentanspruch 6 funktioniert dabei der Metallschwamm zusätzlich gleichsam als Zwischenspeicher. In dem Ausführungsbeispiel gemäß Anspruch 7 kann zum Zwecke der genannten regeltechnischen Entkopplung zusätzlich ein Wasserstoffspeicher üblicher Bauart im Rohgasaufberei-
20 tungsmodul vorgesehen sein. Im Ergebnis arbeitet das erfindungsgemäße Verfahren mit einem erheblich verbesserten Wirkungsgrad. Der Energiegehalt der Biomasse wird optimal ausgenutzt.

25 Gegenstand der Erfindung ist auch ein System zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Patentanspruch 8 oder Patentanspruch 9.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von lediglich Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

5 **Fig. 1** ein System zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Metallschwammreaktoren im Rohgasaufbereitungsmodul und

10 **Fig. 2** ein System zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Adsorptionsreaktoren im Rohgasaufbereitungsmodul.

Das System zur Durchführung des erfindungsgemäßen
15 Verfahrens gemäß der Fig. 1 und 2 weist vom grundsätzlichen Aufbau her ein Biomasse-Erzeugungsmodul 1, ein Reformermodul 2 mit zumindest einem allothermen Reformer 3, ein Rohgasaufbereitungsmodul 4 und ein Verstromungsmodul 5 mit zumindest einer
20 PEM-Brennstoffzelle 6 auf. Im einzelnen ist im Rahmen des Biomasse-Erzeugungsmoduls 1 eine Pelletiereinrichtung 7 eingerichtet. Im Rahmen des Reformermoduls 2 sind zumindest eine Dosiereinrichtung 8 zur Dosierung der Biomasse und eine Filtereinrichtung 9 zur Abtrennung von
25 Feinstaub aus dem Rohgas eingerichtet. Dem allothermen Reformer 3 wird über eine Wasserdampfzuführung 10 Wasserdampf in der für die optimale Vergasung der Biomasse erforderlichen Menge zugeführt. Dabei wird der Wasserdampf mittels Wärmetauscher 11 und 12 auf die

erforderliche Temperatur gebracht. Der Wärmetauscher 11 wird mit der Wärme des Rohgases betrieben. Die Erhitzung des Wasserdampfes im Wärmetauscher 12 wird durch Verbrennung eines Teils des Brennstoffreingases und/oder
5 des Abgases aus dem Rohgasaufbereitungsmodul 4 durchgeführt. Es versteht sich, daß das Abgas aus dieser Verbrennung ggf. in einer Abgasreinigung 13 umweltverträglich aufgearbeitet wird. Die Brennstoffzelle 6 weist im einzelnen eine Polymermembran 14 sowie eine
10 Anode 15 und eine Kathode 16 auf. Das Brennstoffreingas wird im Anodenraum 17 über die Anode 15 geleitet. Bei der Kathode ist ein Kathodenraum 18 eingerichtet, durch welchen ein Oxidationsmittel, beispielsweise Luftsauerstoff, geleitet wird. Der Abgasleitung 19 des
15 Verstromungsmoduls 5 entweicht Wasser bzw. Wasserdampf, welches praktisch frei von umweltschädlichen Schadstoffen ist. An die Anode 15 und Kathode 16 der Brennstoffzelle 6 ist ein Wechselrichter 20 zur Erzeugung von üblichem Netz-Wechselstrom angeschlossen.

20

In dem Ausführungsbeispiel Fig. 1 weist das Rohgasaufbereitungsmodul 4 zumindest zwei Metallschwammreaktoren 21 mit Metallschwämmen 22 auf. Im
Ausführungsbeispiel sind die Metallschwämme 22
25 Eisenschwämme. Das Rohgasaufbereitungsmodul 4 ist über den Wasserdampfanschluß 27 an die Wasserdampfzufuhr 10 angeschlossen. Im einzelnen sind Leitungen und umschaltbare Ventile zur wechselweisen Oxidation bzw. Reduktion der beiden Metallschwammreaktoren in der

schematisch angedeuteten Weise eingerichtet.

In dem Ausführungsbeispiel Fig. 2 weist das Rohgasaufbereitungsmodul 4 zumindest zwei Adsorptions-
5 reaktoren 23 auf. Diese sind mit Molekularsieben 24 ausgerüstet. Weiterhin sind zumindest ein Verdichter 25 sowie eine Entspannvorrichtung 26 eingerichtet. Das dem Rohgasaufbereitungsmodul 4 entströmende Brennstoffreingas wird in einer Druckregel- und Befeuchtungsvorrichtung 27
10 auf den gewünschten Druck und gewünschten Wassergehalt eingestellt.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich mit beiden Ausführungsbeispielen eines Systems nach Fig. 1 oder Fig.
15 2 in der folgenden Weise durchführen. In dem Biomasse-Erzeugungsmodul 1 wird Biomasse durch Aufzucht von perennierenden C_4 -Pflanzen erzeugt. Dabei werden die Pflanzen ammoniumsulfatfrei und kaliumchloridfrei gedüngt und die aus den Pflanzen erzeugbare Biomasse ist
20 schwefelarm und chlorarm. Diese Biomasse wird in der Pelletiereinrichtung 7 zu Pellets geformt. Die insofern geformte Biomasse wird in einem Reformersmodul 2 zu einem wasserstoffhaltigen Rohgas vergast. Das Reformersmodul 2 arbeitet mit zumindest einem allothermen Reformer 3,
25 wobei dem Reformer 3 Wasserdampf als Vergasungsmittel zugeführt wird. Die Verweilzeit der Biomasse und/oder des Rohgases im Reformer 3 sowie Druck und Temperatur im Reformer 3 werden so eingestellt, daß biomassebürtige Alkaliverbindungen mit entstehender Asche aus dem

Reformer 3 abführbar sind und daß sich als Zwischenprodukt bildender Teer in dem Reformer 3 im wesentlichen zu Kohlenoxiden und Wasserstoff vergast wird. Die Asche wird über den Ascheabzug 28 aus dem
5 Reformer 3 abgeführt.

Die Reformer 3 sind als Wirbelbettreaktoren ausgebildet und werden bei einer Temperatur von 750° C und einem Druck von etwa 3 bar betrieben. Im einzelnen wird die
10 Verweilzeit der Biomasse im Reformer 3 so eingestellt, daß der Teergehalt des Rohgases unter 0,5 ppm liegt. Das entstandene Rohgas wird nach Abscheidung mitgeschleppten alkalihaltigen Feinstaubes in der Filtereinrichtung 9 dem Rohgasaufbereitungsmodul 4 zur Bildung eines Brennstoff-
15 reingases zugeführt. In dem Rohgasaufbereitungsmodul wird das Brennstoffreingase mit hohem Wasserstoffanteil und einem Gehalt an Kohlenoxiden von weniger als 5 ppm gebildet. Aus dem Brennstoffreingase wird in dem Verstromungsmodul 5 elektrische Energie erzeugt. Die
20 Verstromung des Brennstoffreingases erfolgt im einzelnen mittels zumindest einer PEM-Brennstoffzelle 6, wobei die Betriebstemperatur der Brennstoffzelle 6, der Wassergehalt des Brennstoffreingases und der Druck des Brennstoffreingases mit der Maßgabe einer optimalen
25 Leistungsdichte aufeinander abgestimmt werden.

Das System gemäß der Fig. 1 kann im einzelnen so betrieben werden, daß in dem Reformer 3 ein Rohgas mit etwa gleichen Anteilen Wasserstoff und Kohlenmonoxid

erzeugt wird durch Einstellung des Massenverhältnisses Dampf/Biomasse auf weniger als 0,3. Aus diesem Rohgas wird das Brennstoffreingas in dem Rohgasaufbereitungsmodul 4 durch wechselweise Reduktion eines
5 oxidierten Metallschwamms 22 mittels des Rohgases und anschließender Oxidation des reduzierten Metallschwamms 22 mittels Wasserdampf durchgeführt. Diese Betriebsweise ist energetisch besonders vorteilhaft, unter anderem, da wenig Dampf benötigt wird.

10

In dem System gemäß der Fig. 2 wird in dem Reformer 3 ein Rohgas mit einem Wasserstoff/Kohlenmonoxidverhältnis von mehr als 3 erzeugt durch Einstellung des Massenverhältnisses Dampf/Biomasse auf mehr als 1,5,
15 wobei die Bildung des Brennstoffreingases in dem Rohgasaufbereitungsmodul 4 durch Anreicherung des Wasserstoffs auf zumindest 99 Vol.-% im Brennstoffreingas mittels der PSA-Methode mit zumindest zwei Adsorptionsreaktoren 23 durchgeführt wird. Die
20 PSA-Methode läßt sich so durchführen, daß der Wasserstoff auf 99,9 Vol.-% und mehr angereichert wird. In der Druckregel- und Befeuchtungseinrichtung 27 wird das Brennstoffreingas mit der zum dauerhaften Betrieb der PEM-Brennstoffzelle 6 erforderlichen Menge an Wasserdampf
25 versetzt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von elektrischer Energie aus regenerativer, aus Pflanzen erzeugter Biomasse, insbesondere aus Biomasse perennierender C₄-Pflanzen, wobei in einem Biomasse-Erzeugungsmodul (1) Biomasse
5 erzeugt wird, wobei in einem Reformermodule (2) die Biomasse zu einem wasserstoffhaltigen Rohgas vergast wird, wobei in einem Rohgasaufbereitungsmodul (4) aus dem Rohgas ein Brennstoffreingas mit hohem Wasserstoffanteil gebildet wird und wobei in einem Verstromungsmodul (5)
10 aus dem Brennstoffreingas elektrische Energie erzeugt wird, mit der folgenden Merkmalskombination:

a) mit dem Biomasse-Erzeugungsmodul (1) wird durch geeignete Düngung der Pflanzen schwefelarme und
15 chlorarme Biomasse erzeugt,

b) das Reformermodule (2) arbeitet mit zumindest einem allothermen Reformer (3), wobei dem Reformer (3) Wasserdampf als Vergasungsmittel zugeführt wird, wobei
20 die Verweilzeit der Biomasse und/oder des Rohgases im Reformer (3) sowie Druck und Temperatur im Reformer (3) so eingestellt werden, daß biomassebürtige Alkaliverbindungen mit entstehender Asche aus dem Reformer (3) abführbar sind, und wobei sich als
25 Zwischenprodukt bildender Teer in dem Reformer (3) im wesentlichen zu Kohlenoxiden und Wasserstoff vergast wird,

- c) in dem Rohgasaufbereitungsmodul (4) wird ein Brennstoffreingas mit einem Gehalt an Kohlenoxiden von weniger als 1 % gebildet,
- 5 d) das Brennstoffreingas wird in dem Verstromungsmodul (5) mittels zumindest einer PEM-Brennstoffzelle (6) verstromt, wobei die Betriebstemperatur der PEM-Brennstoffzelle (6), der Wassergehalt des Brennstoffreingases und der Druck des Brennstoffreingases mit der Maßgabe einer hohen Leistungsdichte
10 aufeinander abgestimmt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Pflanzen ammoniumsulfatfrei und kaliumchloridfrei gedüngt werden.
15

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Reformer (3) als Wirbelbettreaktor ausgebildet ist und bei einer Temperatur von 650 bis 900° C, vorzugsweise etwa 750°C, und einem Druck von 1,5 bis 5 bar, vorzugsweise etwa 3
20 bar, betrieben wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Verweilzeit der Biomasse im Reformer (3) so eingestellt wird, daß der Teergehalt des Rohgases unter 0,1 % liegt.
25

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei im Rohgas mitgeschleppter alkalihaltiger Feinstaub mittels einer Filtereinrichtung (9) aus dem Rohgas abgeschieden wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in dem Reformer (3) ein Rohgas mit etwa gleichen Volumenanteilen Wasserstoff und Kohlenmonoxid erzeugt wird durch Einstellung des Massenverhältnisses Dampf/Biomasse auf weniger als 0,3 und wobei die Bildung des Brennstoffreingases in dem Rohgasaufbereitungsmodul (4) durch wechselweise Reduktion eines oxidierten Metallschwamms (22) mittels des Rohgases und anschließender Oxidation des reduzierten Metallschwamms (22) mittels Wasserdampf erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in dem Reformer (3) ein Rohgas mit einem Wasserstoff/Kohlenmonoxid-Volumenverhältnis von mehr als 3 erzeugt wird durch Einstellung des Massenverhältnisses Dampf/Biomasse auf mehr als 1,3 und wobei die Bildung des Brennstoffreingases in dem Rohgasaufbereitungsmodul (4) durch wechselweise Reduktion eines oxidierten Metallschwamms (22) mittels des Rohgases und anschließender Oxidation des reduzierten Metallschwamms (22) mittels Wasserdampf erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in dem Reformer (3) ein Rohgas mit einem Wasserstoff/Kohlenmonoxid-Volumenverhältnis von mehr als 3 erzeugt wird durch Einstellung des Massenverhältnisses Dampf/Biomasse auf mehr als 1,3, wobei die Bildung des Brennstoffreingases in dem Rohgasaufbereitungsmodul (4) durch Anreicherung des Wasserstoffs auf zumindest 99

Vol.-% im Brennstoffreingas mittels der PSA-Methode mit
zumindest 2 Adsorptionsreaktoren (23) durchgeführt wird
und wobei das Brennstoffreingas mit der zum dauerhaften
Betrieb der PEM-Brennstoffzelle (6) erforderlichen Menge
5 an Wasserdampf versetzt wird.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach
Anspruch 6 oder 7 mit einem Biomasse-Erzeugungsmodul (1)
zur Erzeugung von Biomasse, mit einem Reformermodule (2)
10 zur Vergasung der Biomasse mit Wasserdampf zu einem
wasserstoffhaltigen Rohgas, mit einem
Rohgasaufbereitungsmodul (4) zur Bildung eines
Brennstoffreingases mit im wesentlichen Wasserstoff und
Wasserdampf aus dem Rohgas, wobei das
15 Rohgasaufbereitungsmodul (4) mit zumindest zwei Metall-
schwammreaktoren (21), vorzugsweise Eisenschwamm-
reaktoren, mit einem Wasserdampfanschluß (27) sowie mit
Leitungen und umschaltbaren Ventilen zur wechselweisen
Oxidation bzw. Reduktion der Metallschwämme (22) in den
20 Metallschwammreaktoren (21) ausgestattet ist, sowie mit
einem Verstromungsmodul (5) mit zumindest einer
PEM-Brennstoffzelle (6) zur Erzeugung elektrischer
Energie aus dem Brennstoffreingas.

25 10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach
Anspruch 8, mit einem Biomasse-Erzeugungsmodul (1) zur
Erzeugung von Biomasse, mit einem Reformermodule (2) zur
Vergasung der Biomasse mit Wasserdampf zu einem
wasserstoffhaltigen Rohgas, mit einem Rohgas-

aufbereitungsmodul (4) zur Bildung eines Brennstoffreingases mit zumindest 99 Vol.-% Wasserstoff aus dem Rohgas, wobei das Rohgasaufbereitungsmodul (4) mit zumindest zwei Adsorptionsreaktoren (23),
5 vorzugsweise Molekularsiebreaktoren, mit zumindest einem Verdichter (25) sowie mit Leitungen, umschaltbaren Ventilen und Entspannvorrichtung (26) zur wechselweisen Reinigung des Rohgases in einem der Adsorptionsreaktoren (23) unter Druck bzw. zur Spülung des anderen
10 Adsorptionsreaktors (23) durch Entspannung, sowie mit einem Verstromungsmodul (5) mit zumindest einer PEM-Brennstoffzelle (6) zur Erzeugung elektrischer Energie aus dem Brennstoffreingas, wobei der Brennstoffzelle (6) eine Brennstoffreingasbe-
15 feuchtungseinrichtung (27) vorgeschaltet ist.

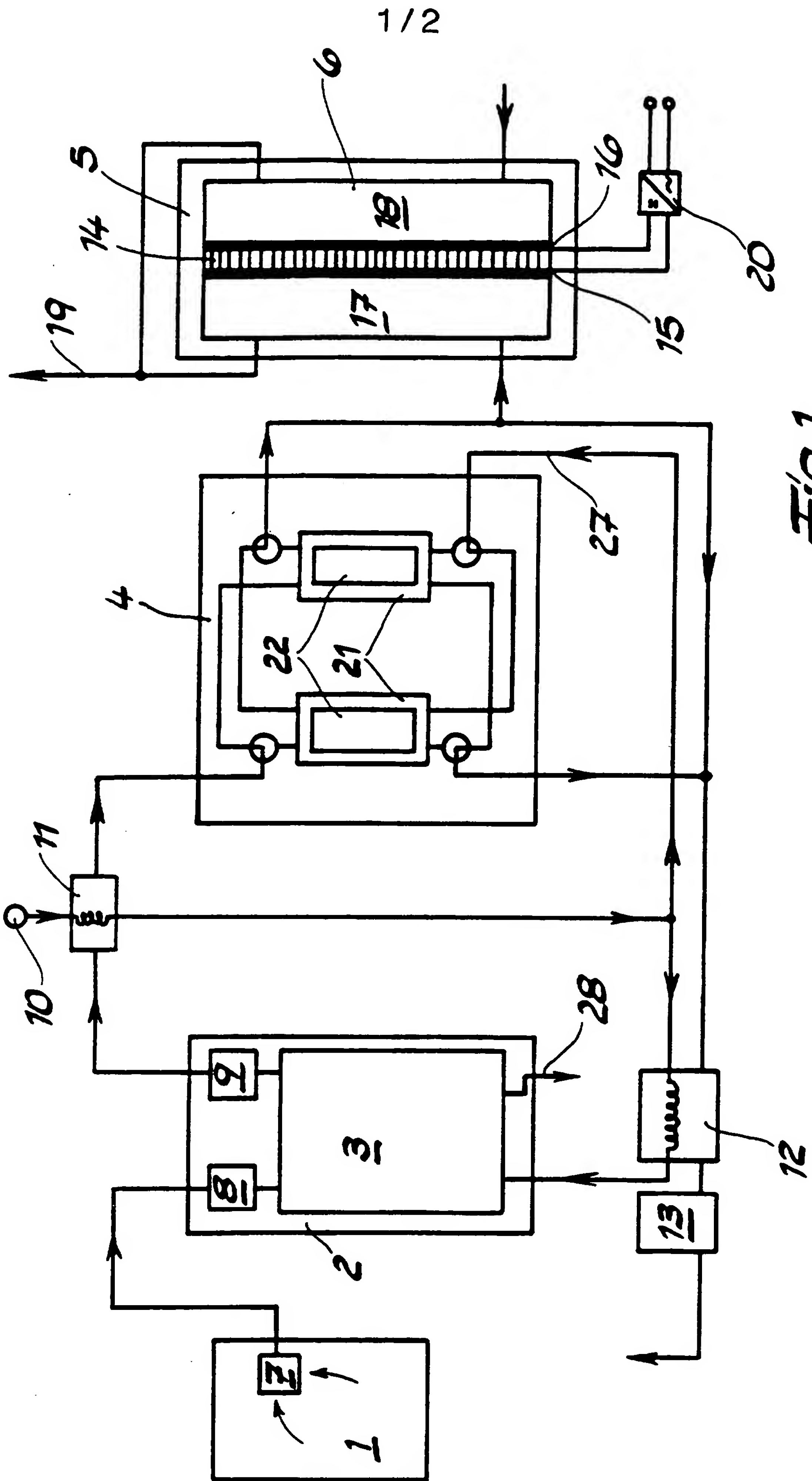


Fig. 1

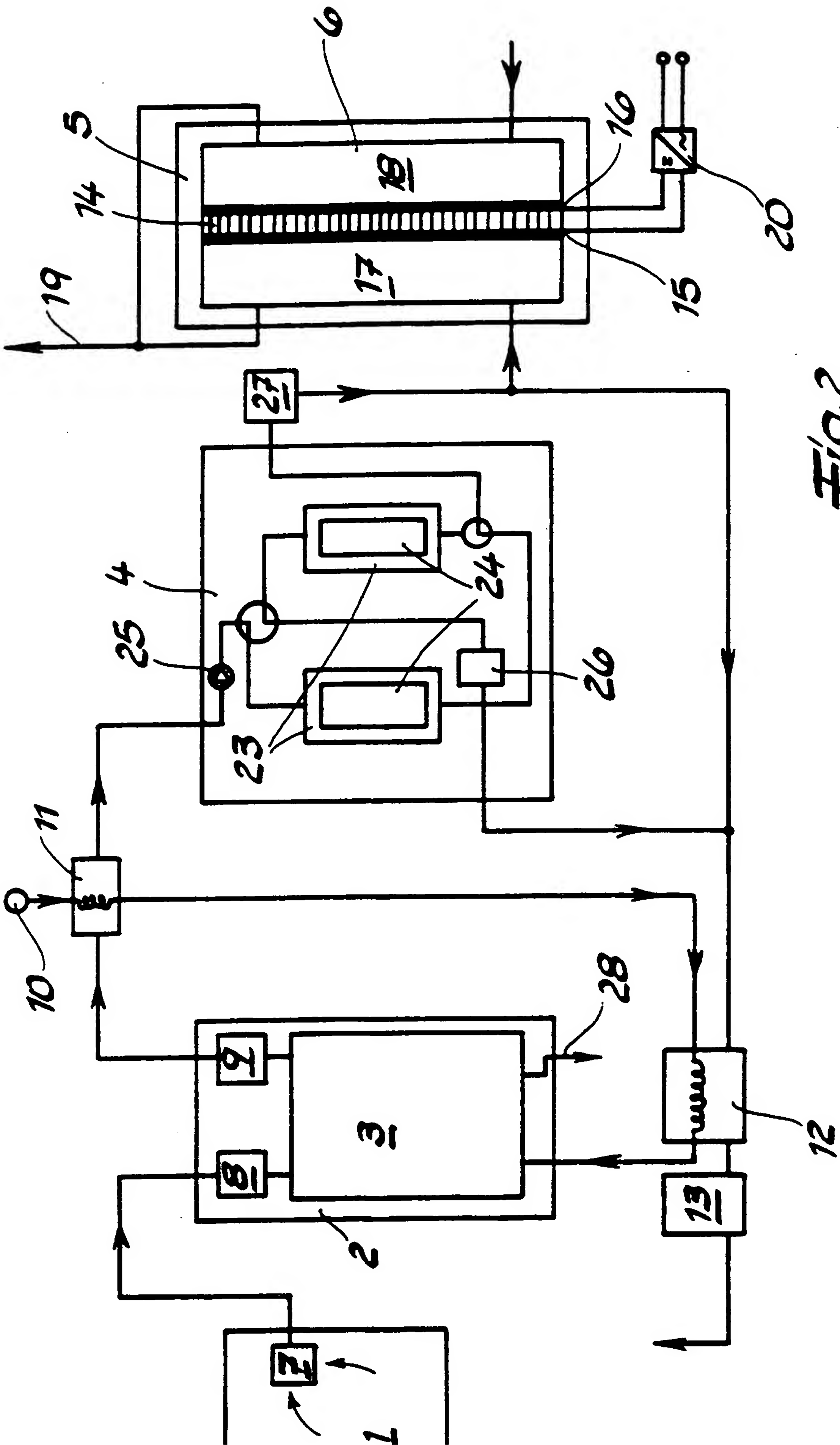


Fig. 2

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01M8/06 C01B3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01M C01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	WO,A,95 15590 (BINSMAIER HANNELORE ;JOHNSSEN WOLF (DE)) 8 June 1995 see page 10, line 17 - page 12, line 26; figure 3 see page 14, line 6 - line 24 see page 8, line 12 - line 25 see page 9, line 31 - page 10, line 8; claims 1-4,10 ---	1,5-7,9
A	EP,A,0 345 908 (KTI GROUP B.V.) 13 December 1989 see column 2, line 46 - column 3, line 5; claims 1,2,6,9,11 see column 5, line 56 - column 6, line 25 see column 7, line 3 - line 13 see column 9, line 5 - line 12 --- -/--	1,8,10

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 October 1995

Date of mailing of the international search report

09.11.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

D'hondt, J

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 564 796 (JOHNSSEN WOLF) 13 October 1993 see column 13, line 29 - line 49; claims 1,9,10 ---	3
A	US,A,4 988 580 (KOZO OHSAKI ET AL) 29 January 1991 see column 3, line 42 - line 52 see column 4, line 1 - line 18 see column 5, line 37 - line 57 see claims 1,4; figure 1 ---	1,8,10
A	ENERGY BIOMASS WASTES, vol. 9, pages 1343-1368, EDWARD I WAN 'TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESMENT OF BIOMASS-BASED FUEL CELL POWER SYSTEMS' see page 1344 - page 1345 see page 1347 - page 1350, paragraph 2 see page 1353 - page 1355, paragraph 2; figure 4 see page 1368, paragraph 1 ---	1
A	APPLIED ENERGY, vol. 45, no. 3, pages 219-240, V. ALDERUCCI ET AL 'Potential Biomass Resources of Sicily for Electric-Power Generation' see abstract; table 2 see page 234, paragraph 3 - page 236, paragraph 1; figure 6 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17 no. 71 (E-1319) ,12 February 1993 & JP,A,04 274172 (TOSHIBA CORP) 30 September 1992, see abstract ---	1,6
A	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 90, no. 22, 28 May 1979 Columbus, Ohio, US; abstract no. 171430c, HODAM, ROBERT H ET AL 'Small scale gasification of biomass to produce a low BTU gas' see abstract & SYMP. PAP: : ENERGY BIOMASS WASTES, pages 729-748, ---	1
1 3 A	DE,A,15 92 278 (VARTA) 3 December 1970 ---	

-/--

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014 no. 005 (E-869) ,9 January 1989 & JP,A,01 253168 (BABCOCK HITACHI KK) 9 October 1989, see abstract -----	

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-9515590	08-06-95	DE-A- 4341438	08-06-95
EP-A-0345908	13-12-89	NL-A- 8801492	02-01-90
		AT-T- 114205	15-12-94
		CA-A- 1327629	08-03-94
		DE-D- 68919380	22-12-94
		DE-T- 68919380	24-05-95
		ES-T- 2067525	01-04-95
		JP-A- 3184270	12-08-91
		NO-B- 176339	05-12-94
EP-A-0564796	13-10-93	CN-A- 1076553	22-09-93
		JP-A- 6096790	08-04-94
		PL-A- 298018	02-11-93
		ZA-A- 9301543	27-09-93
US-A-4988580	29-01-91	JP-A- 2117072	01-05-90
DE-A-1592278	03-12-70	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 H01M8/06 C01B3/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 H01M C01B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	WO,A,95 15590 (BINSMAIER HANNELORE ;JOHNSSEN WOLF (DE)) 8.Juni 1995 siehe Seite 10, Zeile 17 - Seite 12, Zeile 26; Abbildung 3 siehe Seite 14, Zeile 6 - Zeile 24 siehe Seite 8, Zeile 12 - Zeile 25 siehe Seite 9, Zeile 31 - Seite 10, Zeile 8; Ansprüche 1-4,10 ---	1,5-7,9
A	EP,A,0 345 908 (KTI GROUP B.V.) 13.Dezember 1989 siehe Spalte 2, Zeile 46 - Spalte 3, Zeile 5; Ansprüche 1,2,6,9,11 siehe Spalte 5, Zeile 56 - Spalte 6, Zeile 25 siehe Spalte 7, Zeile 3 - Zeile 13 siehe Spalte 9, Zeile 5 - Zeile 12 --- -/--	1,8,10
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 55%;"> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. Oktober 1995		09. 11. 95
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+ 31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter D'hondt, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0 564 796 (JOHNSSEN WOLF) 13.Oktober 1993 siehe Spalte 13, Zeile 29 - Zeile 49; Ansprüche 1,9,10 ---	3
A	US,A,4 988 580 (KOZO OHSAKI ET AL) 29.Januar 1991 siehe Spalte 3, Zeile 42 - Zeile 52 siehe Spalte 4, Zeile 1 - Zeile 18 siehe Spalte 5, Zeile 37 - Zeile 57 siehe Ansprüche 1,4; Abbildung 1 ---	1,8,10
A	ENERGY BIOMASS WASTES, Bd. 9, Seiten 1343-1368, EDWARD I WAN 'TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESMENT OF BIOMASS-BASED FUEL CELL POWER SYSTEMS' siehe Seite 1344 - Seite 1345 siehe Seite 1347 - Seite 1350, Absatz 2 siehe Seite 1353 - Seite 1355, Absatz 2; Abbildung 4 siehe Seite 1368, Absatz 1 ---	1
A	APPLIED ENERGY, Bd. 45, Nr. 3, Seiten 219-240, V. ALDERUCCI ET AL 'Potential Biomass Resources of Sicily for Electric-Power Generation' siehe Zusammenfassung; Tabelle 2 siehe Seite 234, Absatz 3 - Seite 236, Absatz 1; Abbildung 6 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17 no. 71 (E-1319) ,12.Februar 1993 & JP,A,04 274172 (TOSHIBA CORP) 30.September 1992, siehe Zusammenfassung ---	1,6
A	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 90, no. 22, 28.Mai 1979 Columbus, Ohio, US; abstract no. 171430c, HODAM, ROBERT H ET AL 'Small scale gasification of biomass to produce a low BTU gas' siehe Zusammenfassung & SYMP. PAP: : ENERGY BIOMASS WASTES, Seiten 729-748, ---	1
A	DE,A,15 92 278 (VARTA) 3.Dezember 1970 ---	

-/--

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014 no. 005 (E-869) ,9.Januar 1989 & JP,A,01 253168 (BABCOCK HITACHI KK) 9.Oktober 1989, siehe Zusammenfassung -----	

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO-A-9515590	08-06-95	DE-A- 4341438	08-06-95
EP-A-0345908	13-12-89	NL-A- 8801492	02-01-90
		AT-T- 114205	15-12-94
		CA-A- 1327629	08-03-94
		DE-D- 68919380	22-12-94
		DE-T- 68919380	24-05-95
		ES-T- 2067525	01-04-95
		JP-A- 3184270	12-08-91
		NO-B- 176339	05-12-94
EP-A-0564796	13-10-93	CN-A- 1076553	22-09-93
		JP-A- 6096790	08-04-94
		PL-A- 298018	02-11-93
		ZA-A- 9301543	27-09-93
US-A-4988580	29-01-91	JP-A- 2117072	01-05-90
DE-A-1592278	03-12-70	KEINE	